

УДК 621.3

ОПТИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА

Барановский П. Г.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Гапанюк С.Г.

Во времена широкого внедрения микропроцессорных устройств релейной защиты, достоинствами которых является точность измерений, все еще используются электромагнитные трансформаторы тока, недостатками которых является отсутствие информации о токе в начальные периоды аварийного переходного процесса, из-за того, что погрешности трансформации тока достигают 90%.

В этих условиях системы защиты либо работают ложно, либо не работают до момента появления информации. В связи с этим были разработаны оптические трансформаторы тока (ОТТ). Эти устройства в традиционном смысле не являются трансформаторами тока (масштабными преобразователями), а относятся скорее к передающим преобразователям, преобразующим переменный или постоянный ток большого масштаба в соответствующий ему измерительный сигнал иного рода. Электромагнитные трансформаторы тока работают по закону электромагнитной индукции. Оптические трансформаторы тока работают по принципу поворота плоскости поляризации линейно поляризованного света в постоянном магнитном поле (эффект Фарадея).

Схема ОТТ состоит из чувствительного элемента в виде нескольких витков оптического волокна, намотанных вокруг токопровода, помещенных в защитную оболочку из немагнитного материала, и электронно-оптического блока, соединенного с чувствительным элементом.

Электронно-оптический блок с помощью лазера генерирует монохроматический циркулярно поляризованный световой сигнал, который проходя через чувствительный элемент меняет плоскость поляризации, и поступает обратно в электронно-оптический блок на оптический вход, где на фазовом детекторе из него формируется электрический измерительный сигнал.

Преимущества ОТТ по сравнению с электромагнитными трансформаторами тока в следующем:

- возможность измерения переменного (до 100 кА) и постоянного или импульсного (до 600 кА) тока разных уровней напряжений (до 800 кВ);
- оптико-электронное малоинерционное преобразование световых сигналов с отсутствием петли гистерезиса, магнитного насыщения и остаточного намагничивания, характерного для электромагнитных аналогов и сдерживающих их динамический диапазон и точность измерений;
- большой динамический диапазон (0,1...200% $I_{ном}$) и высокая точность (0,1...0,2%) для измерений и защиты токовых цепей, достигаемые за счет использования поляризованных световых сигналов и их цифровой обработки; при этом одно и то же изделие, в отличие от электромагнитных аналогов, может использоваться при 10-кратно различающихся первичных номинальных токах за счет электронной перенастройки коэффициентов трансформации;

- широкая полоса пропускания сигналов (до 10 кГц), позволяющая производить полный анализ качества электроэнергии в части гармоник (до 100 гармоник) и переходных процессов;

- возможность интеграции в измерительные и информационные системы с использованием различных интерфейсов – аналоговых, дискретных и цифровых – и исключением влияния вторичной нагрузки на процессы измерения, что даёт возможность использовать на действующих подстанциях;

- отсутствие вредных веществ и электропроводящих материалов в оптических датчиках, использование маломощных световых сигналов, исключающих возможность возгорания говорит о полной эколого-, пожаро-, взрыво- и электробезопасности;

- высокая помехоустойчивость позволяет монтировать ОТТ в сложной электромагнитной обстановке без ее предварительного анализа и коррекции;

- долговечность, стабильность и высокие показатели повторяемости метрологических параметров изделий;

- слабая чувствительность к вибрациям и изменениям температуры;

- возможность установки в ограниченном пространстве, с установкой на опору или путем подвешивания к жесткой шине, что обусловлено малым весом;

- надежность оптических датчиков, самодиагностика электронно-оптических блоков минимизируют требования к техническому обслуживанию и проверке.

Данные преимущества являются следствием применения маломощных поляризованных световых сигналов, помещенном в магнитное поле измеряемого тока, бесконтактного воздействия поля на данные сигналы в виде эффекта Фарадея и цифровой обработки результатов измерений поворота плоскости поляризации.

Переход на оптические трансформаторы тока даст:

- возможность «замены на ходу» источника сигнала и тем самым – повышение надежности функционирования релейных защит;

- увеличение быстродействия (не требуется защита «от дребезга», уменьшение времени срабатывания исполнительной части – за счет оптических модулей, уменьшения времени выявления аварийного режима).

- улучшение условий в части безопасного производства работ и электромагнитной совместимости (благодаря оптическим связям нет выноса потенциала с ОРУ)

- в виду принципиального отсутствия насыщения, упрощаются принципы и алгоритмы защит (например, не нужно вводить торможение для дифференциальных защит).

Ограничением применения ОТТ на данный момент являются:

- высокая стоимость, которая учитывая научно-технический прогресс, будет снижаться;

- отсутствие норм проектирования подобных систем с учетом опыта эксплуатации данных устройств, которые будут создаваться с течением времени.

В связи с описанными выше преимуществами, а также отсутствием критических недостатков ОТТ будут постепенно вытеснять электромагнитные трансформаторы.

Литература

1. Гречухин В.Н. Электронные трансформаторы тока и напряжения. Состояние, перспективы развития и внедрения на ОРУ 110-750 кВ станций и подстанций энергосистем // Вестник ИГЭУ, 2006. Вып. 4.
2. Дьяков А.Ф., Зеленохат Н.И. Новая концепция создания автоматизированной системы управления переходными режимами в объединенных энергосистемах // Известия «Академии электротехнических наук РФ №3(5), 2009. С. 1-11.